

**MINIMASI BIAYA PENDISTRIBUSIAN PUPUK
DENGAN METODE *TRAVELLING SALESMAN PROBLEM* (TSP)
STUDI KASUS PT. BUNGA TANI LAMONGAN**

Oleh
Ni Luh Mahariani, Rusindiyanto, Budi Santoso
Prodi Teknik Industri FTI-UPN"Veteran" Jatim
Email : riamahariani@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan di Distributor Bunga Tani yang berlokasi di kota Lamongan dan penelitian dilakukan pada bulan Februari 2014. Tujuan penelitian ini adalah untuk Merencanakan distribusi produk pupuk dari Distributor Bunga Tani ke sejumlah agen untuk mencapai jarak terpendek dan menghasilkan total biaya distribusi yang minimum.

Objek penelitian adalah distribusi pupuk awal distribusi, biaya awal distribusi, data lokasi agen, data jarak tempuh dan armada yang dipakai. Variabel penelitian meliputi Variabel terikat yaitu penentuan rute terpendek guna meminimumkan biaya distribusi. Sedangkan variabel bebasnya terdiri dari rute awal distribusi, biaya awal distribusi, data lokasi agen, data jarak tempuh dan armada yang dipakai.

Pengumpulan data diperoleh dari keterangan dan penjelasan secara langsung dengan pimpinan perusahaan, karyawan dan pihak-pihak yang terlibat langsung dengan proses pendistribusian pupuk dan dokumen perusahaan jenis produk, data permintaan, jumlah data yang diangkut, jarak masing-masing customer. Metode pengolahan data menggunakan metode *Branch And Bound* dan metode *Nearest Neighbour* dengan software *WinQsb*

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil dan pembahasan bahwa distribusi pupuk dengan menggunakan Metode *Branch And Bound* dengan total jarak yang dilalui perusahaan dapat lebih efisiensi jarak (4,67 %).

Sedangkan biaya transportasi yang dikeluarkan dengan metode *Traveling Salesman Problem (Branch and Bound)* lebih baik dari metode awal perusahaan dengan penghematan jarak sebesar 33,5 km /minggu dan 668 km /bulan dan penghematan biaya sebesar Rp. 615.395,-/bulan.

Kata Kunci : Metode *Travelling Salesman Problem*(TSP), Distribusi.

PENDAHULUAN

Salah satu kegiatan dalam transportasi adalah pendistribusian suatu produk dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam mendistribusikan suatu produk, faktor jarak tempuh dan waktu tempuh menjadi hal yang cukup penting untuk diperhatikan karena melibatkan banyak hal dalam pengoperasiannya. Misalnya jumlah armada yang dibutuhkan, biaya bahan bakar, dan rute pengiriman barang. Permasalahan tersebut membutuhkan perhitungan yang sistematis agar proses distribusi yang ada lebih optimal, baik segi jalur yang dilalui serta biaya yang dikenakan.

Perusahaan pupuk PT. Bunga Tani sudah sangat berkembang, karena dari tahun ke tahun barang yang dihasilkan semakin meningkat meskipun memiliki banyak pesaing. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya perusahaan pupuk yang berkompetisi membuat produk pupuk dengan berbagai macam jenis, dengan tujuan memenangkan persaingan di industri pupuk dan memenuhi apa yang menjadi keinginan serta kepuasan konsumen. Akan tetapi perkembangan tersebut tidak sebanding dengan perkembangan masalah

distribusi pupuk itu sendiri. Karena sering terjadinya keterlambatan pengiriman dari distributor ke toko/agen.

PT. Bunga Tani dalam pendistribusian produk pupuk ke konsumen, memiliki distributor–distributor yang salah satunya berada di kota Lamongan. Dalam aktivitas setiap harinya Distributor Bunga Tani melakukan pendistribusian produk kepada konsumen yang tidak hanya dilakukan dua hari sekali, tetapi dilakukan setiap hari. Masalah yang dihadapi Distributor Bunga Tani saat ini yaitu belum memiliki rute pendistribusian yang optimal dan sering terjadinya keterlambatan pengiriman dari distributor Bunga Tani ke sejumlah agen–agen. Dengan adanya masalah pendistribusian maka dilakukan penelitian menentukan jalur distribusi pengiriman produk yang dilakukan yang bertujuan mengetahui jalur distribusi yang memberikan rute yang terpendek serta biaya yang minimal sebagai acuan pada pendistribusian produk pupuk.

Salah satu metode yang ada adalah *Travelling Salesmen Problem*, yang dapat menyelesaikan permasalahan penentuan jalur optimal. *Travelling Salesman Problem* mempunyai banyak cara yang bisa digunakan untuk menyelesaikan problem-problem dalam penentuan *network* secara garis besar dibagi menjadi dua yaitu penyelesaian secara optimal dan aproksimasi. Pendekatan secara optimal diharapkan mampu menyelesaikan masalah secara optimal, sedangkan secara aproksimasi diharapkan mampu menghasilkan penyelesaian yang mendekati solusi optimal. Untuk menyelesaikan *Travelling Salesman Problem* dalam tugas akhir ini digunakan dua metode agar dapat melihat perbandingan hasil kedua metode tersebut, sehingga dapat dilihat metode yang paling baik.

Tinjauan Pustaka

Sejarah *Travelling Salesman Problem*

Permasalahan tentang *Traveling Salesman Problem* dikemukakan pada tahun 1800 oleh matematikawan Irlandia yaitu William Rowan Hamilton dan matematikawan Inggris yaitu Thomas Penyngton. Gambar dibawah ini merupakan foto Icosian Hamilton yang membutuhkan pemain untuk menyelesaikan perjalanan dari 20 detik menggunakan hanya jalur-jalur tertentu.

Bentuk umum dari TSP pertama dipelajari oleh Karl Menger di Viena dan Harvard. Setelah itu permasalahan TSP dipublikasikan oleh Hassler Whitney dan Merrill Flood di Princeton. Selanjutnya dengan permasalahan ini, TSP dibuat menjadi permasalahan yang terkenal dan populer untuk dipakai sebagai model produksi, transportasi dan komunikasi. (Aisyah lestari dalam Amin, rahman Aulia,2010).

Definisi *Travelling Salesman Problem*

Traveling Salesman Problem dikenal sebagai suatu permasalahan optimasi yang bersifat klasik dan *Non Deterministic Polynimial-time Complete* (NPC), dimana tidak ada penyelesaian yang paling optimal selain mencoba seluruh kemungkinan penyelesaian yang ada. Permasalahan ini melibatkan seorang *traveling salesman* yang harus melakukan kunjungan sekali pada semua kota dalam sebuah lintasan sebelum dia kembali ke titik awal, sehingga perjalanannya dikatakan sempurna.

Waktu komputasi akan bertambah seiring dengan bertambahnya suatu faktor dalam masalah NPC. Pada TSP waktu komputasi akan bertambah seiring dengan pertambahan jumlah kota, karena akan semakin banyak kemungkinan lintasan yang harus diperiksa untuk mencari jarak lintasan yang paling minimum. (Aisyah lestari dalam Amin, rahman Aulia,2010).

Pengertian Metode *Travelling Salesman Problem*

Metode *Travelling Salesman Problem* adalah sebuah metode yang digunakan untuk meminimasi biaya distribusi dengan cara mencari jarak dan rute terdekat, waktu tercepat dan biaya yang minimal. *Traveling Salesman Problem* yaitu diberikan n buah kota dan C_{ij} yang merupakan jarak antara kota i dan kota j , seorang ingin membuat suatu lintasan tertutup dengan mengunjungi setiap kota satu kali. Tujuannya adalah memilih lintasan tertutup yang total jaraknya paling minimum diantara pilihan dari semua kemungkinan lintasan.

Berikut ini adalah bentuk modelnya :

$$\text{Meminimalkan } Z = \sum_{(i,j) \in A} C_{ij} x_{ij} \dots \dots (1)$$

Dengan batas :

$$\sum_{j=0}^n x_{ij} = 1, \quad j = 0, \dots, n \dots (2)$$

$$\sum_{i=0}^n x_{ij} = 1, \quad i = 0, \dots, n \dots (3)$$

Parameter :

n = Jumlah kota/lokasi/pelanggan yang akan dikunjungi (n tidak termasuk tempat asal (*base*), yang diindekan dengan $i = 0$)

C_{ij} = Biaya/jarak traveling dari kota i ke kota j

A = Sepasang *arc/edge* (i, j) yang ada. Note bahwa (i, j) yang dimaksud adalah *arc* yang ada dari node i ke node j . (Santosa, Budi, Paul Willy, 2011)

Traveling Salesman Problem menurut (Wisnubadhra, 1997 dalam Utomo, 2004) merupakan persoalan klasik optimasi yang cukup sederhana yakni pengantaran atau perjalanan yang dimulai dan berakhir pada konsumen tertentu. Perjalanan kesetiap konsumen dilakukan satu kali, hasil yang diinginkan adalah perjalanan dengan jarak tempuh terpendek/minimum. (Aisyah lestari dalam Amin, rahman Aulia, 2010).

Metode *Branch And Bound*

Qs (*Quantitative System*) merupakan suatu program komputer yang memiliki *multi module decision support system* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *Traveling Salesman*. Berikut adalah langkah– langkah penyelesaian TSP menggunakan Software Qs (*Quantitative System*) :

- 1) Buka Program Qs (*Quantitative System*), 2). Masuk menu modules 1, 3). Pilih *Assignment and Traveling Salesman*, 4). Input data, 4). Masukkan inisial untuk nama-nama daerah yang dikunjungi, 5). Pilih *spreadsheet* format, 6). Masukkan jarak antara daerah. 7). *Solution*, 8). *Solve the problem*, 9). Untuk melihat iterasi jawaban pilih *solve and display step*, 10). *Show the solution*. (Aisyah lestari dalam Amin, rahman Aulia, 2010).

Metode *Nearest Neighbour*

Pada metode ini , pemilihan lintasan akan dimulai pada lintasan yang memiliki jarak paling minimum setiap melalui kota, kemudian akan memilih kota selanjutnya yang belum dikunjungi dan memiliki jarak yang paling minimum.

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Nearest Neighbour*

S	T	J	S	T	J	S	T	J

Keterangan :

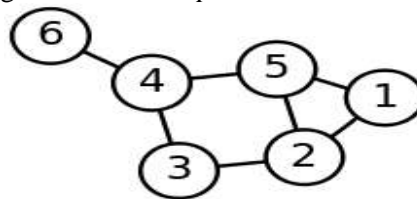
S = Start

T = Tujuan

J = Jarak antara masing – masing daerah. (Aisyah lestari dalam Amin, rahman Aulia,2010).

Graph

Graph adalah himpunan benda-benda yang disebut *vertex* (atau *node*) yang terhubung oleh *edge* - *edge* (atau *arc*). Biasanya *Graph* digambarkan sebagai kumpulan titik-titik (melambangkan *vertexs*) yang dihubungkan oleh garis-garis (melambangkan *edge*). Banyak sekali struktur yg bisa dipresentasikan dengan *Graph* dan banyak masalah yang bisa diselesaikan dengan bantuan *Graph*.



Gambar 2. *Graph* dengan 6 simpul dan 7 sisi

Sumber : Purwanto, Heri, Gina Indriani, Erlina Dayanti, 2006

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Distributor Bunga Tani yang berlokasi di kota Lamongan dan penelitian dilakukan pada bulan Februari 2014. Tujuan penelitian ini adalah untuk Merencanakan distribusi produk pupuk dari Distributor Bunga Tani ke sejumlah agen untuk mencapai jarak terpendek dan menghasilkan total biaya distribusi yang minimum.

Objek penelitian adalah distribusi pupuk awal distribusi, biaya awal distribusi, data lokasi agen, data jarak tempuh dan armada yang dipakai. Variabel penelitian meliputi Variabel terikat yaitu penentuan rute terpendek guna meminimumkan biaya ditribusi. Sedangkan variabel bebasnya terdiri dari rute awal distribusi, biaya awal distribusi, data lokasi agen, data jarak tempuh dan armada yang dipakai.

Pengumpulan data diperoleh dari keterangan dan penjelasan secara langsung dengan pimpinan perusahaan, karyawan dan pihak-pihak yang terlibat langsung dengan proses pendistribusian pupuk dan dokumen perusahaan jenis produk, data permintaan, jumlah data yang diangkut, jarak masing-masing customer

Metode pengolahan data menggunakan metode *Branch And Bound* dan metode *Nearest Neighbour* dengan menggunakan software *WinQsb*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyelesaian Distribusi Awal Perusahaan

Dalam penyelesaian distribusi awal Perusahaan di Wilayah Kota Malang, seperti tersebut pada tabel 2 dibawah

Tabel 2. Matrik Data Jarak Tempuh Customer/Agen pada kota Malang (KM)

Dari/ke (KM)	A	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
A	0	144	146	165	166	174	154	189
A1	144	0	14,9	12,9	6,3	21,7	9,5	35,3
A2	146	14,9	0	25,1	32,9	33,9	8,6	47,5
A3	165	12,9	25,1	0	11,4	12,4	19,8	26,1
A4	166	6,3	32,9	11,4	0	6,1	27,5	16,9
A5	174	21,7	33,9	12,4	6,1	0	28,5	20,9
A6	154	9,5	8,6	19,8	27,5	28,5	0	42,2
A7	189	35,3	47,5	26,1	16,9	20,9	42,2	0

Sumber :PT. Bunga Tani Lamongan

Lintasan Awal yang di lalui perusahaan : A –A1 –A4 –A5 –A3 –A6 –A2 –A7–
A.

Dengan nilai yang didapatkan yaitu :

Rute kota Malang : $144 + 11,4 + 6,1 + 25,1 + 13,2 + 14,9 + 42,2 + 189 = 433,70$ km.

- Wilayah Kota Madiun

Rute kota Madiun : $147 + 22,1 + 17,5 + 16,1 + 8,9 + 9,9 + 18,5 + 186 = 426$ km.

- Wilayah Kota Blitar

Lintasan Awal yang di lalui perusahaan : A – C7– C6 –C3–C5–C2–C4–C1–A.

Dengan nilai yang didapatkan yaitu :

Rute kota Blitar : $149 + 19,8 + 12,3 + 13,2 + 7,1 + 12,6 + 43,1 + 173 = 430,10$ km.

- Wilayah Kota Pasuruan

Rute kota Pasuruan : $97,5 + 5,5 + 6,8 + 9,1 + 15,8 + 21,0 + 12,7 + 119 = 287,4$ km.

Dari pengolahan dan rute awal di atas dapat disimpulkan bahwa total jarak yang dilalui perusahaan dalam proses pendistribusian pupuk Bunga Tani yaitu sebesar 287,4 km untuk wilayah kota Pasuruan

- Wilayah Kota Mojokerto

Rute kota Mojokerto : $51,7 + 17,3 + 9,1 + 12,2 + 12,0 + 10,4 + 97,5 = 210,2$ km.

Dari pengolahan dan rute awal di atas dapat disimpulkan bahwa total jarak yang dilalui perusahaan dalam proses pendistribusian pupuk Bunga Tani yaitu sebesar 210,2 km untuk wilayah kota Mojokerto

Total rute awal perusahaan yaitu = $383,7 + 425,8 + 430,2 + 287,4 + 210,2 = 1.737,3$ km

Total Biaya Transportasi Keseluruhan :

= Total jarak tempuh keseluruhan (kota Malang + kota Madiun + kota Blitar + kota Pasuruan + kota Mojokerto)

= Rp. 528.818,45,- + Rp. 477.981,- + Rp. 527.491,85,- + Rp. 474.906,9,- + Rp. 398.458,7,-

$$= \text{Rp. } 2.407.656,9,-$$

Total biaya Transportasi keseluruhan selama 1 bulan :

$$= \text{Total jarak tempuh keseluruhan (kota Malang + kota Madiun + kota Blitar + kota Pasuruan + kota Mojokerto) x Banyaknya perjalanan dalam satu bulan.}$$

$$= (\text{Rp. } 528.818,45,- + \text{Rp. } 477.981,- + \text{Rp. } 527.491,85,- + \text{Rp. } 474.906,9,- + \text{Rp. } 398.458,7,-) \times 20 \text{ kali}$$

$$= \text{Rp } 2.407.656,9,- \times 20$$

$$= \text{Rp. } 48.153.138,- / \text{ bulan}$$

Penyelesaian Menggunakan Metode *Branch And Bound*

Dalam penyelesaian distribusi awal Perusahaan di Wilayah Kota Malang, dengan perhitungan sebagai berikut:

Rute Malang : A – A3 – A5 – A7 – A4 – A2 – A6 – A2 – A

$$: 165 + 12,4 + 20,9 + 16,9 + 6,3 + 9,5 + 8,6 + 146$$

$$: 385,60 \text{ Km}$$

- Wilayah Kota Madiun

Rute Madiun: A – B4 – B6 – B2 – B7 – B3 – B1 – B5 – A.

$$: 158 + 25,9 + 13,9 + 9,9 + 11,1 + 20,2 + 22,1 + 147$$

$$: 408,10 \text{ KM}$$

- Wilayah Kota Blitar

Rute Blitar : A – C7 – C6 – C3 – C5 – C2 – C4 – C1 – A

$$: 149 + 19,8 + 12,3 + 13,2 + 7,1 + 12,6 + 43,1 + 173$$

$$: 430,10 \text{ Km}$$

- Wilayah Kota Pasuruan

Rute Pasuruan: A – D5 – D1 – D4 – D3 – D6 – D2 – D7 – A

$$: 92,5 + 5,5 + 20 + 15,8 + 9,1 + 17,4 + 12,7$$

$$: 286 \text{ Km}$$

- Wilayah Kota Mojokerto

Lintasan Awal yang di lalui perusahaan : A – E5 – E1 – E2 – E4 – E6 – E3 – A.

$$\text{Rute kota Mojokerto : } 51,7 + 17,3 + 9,1 + 12,2 + 12,0 + 10,4 + 97,5 = 210,2 \text{ km.}$$

Total Biaya Transportasi Keseluruhan :

$$= \text{Total jarak tempuh keseluruhan (kota Malang + kota Madiun + kota Blitar + kota Pasuruan + kota Mojokerto)}$$

$$= \text{Rp. } 511.093,6,- + \text{Rp. } 471.384,85,- + \text{Rp. } 527.491,85,- + \text{Rp. } 474.391,- + \text{Rp. } 392.525,85,-$$

$$= \text{Rp. } 2.376.887,15,-$$

Total biaya Transportasi keseluruhan selama 1 bulan :

$$= \text{Total jarak tempuh keseluruhan (kota Malang + kota Madiun + kota Blitar + kota Pasuruan + kota Mojokerto) x Banyaknya perjalanan dalam satu bulan.}$$

$$= (\text{Rp. } 511.093,6,- + \text{Rp. } 471.384,85,- + \text{Rp. } 527.491,85,- + \text{Rp. } 474.391,- + \text{Rp. } 392.525,85,-) \times 20 \text{ kali}$$

$$= \text{Rp } 2.376.887,15,- \times 20$$

$$= \text{Rp. } 47.537.743,- / \text{ bulan}$$

Penyelesaian menggunakan metode *Nearest Neighbour*

- Kota Malang

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Nearest Neighbour* untuk kota Malang

S	T	J	S	T	J	S	T	J	S	T	J
A	A	14	A	A2	149,	A	A	32,	A	A	33,
	1	4	1		9	4	2	9	5	2	9
	A	14		A3	12,9		A	11,		A	12,
	2	6					3	4		3	4
	A	16		A4	6,3		A	6,1		A	28,
	3	5					5			6	5
	A	16		A5	21,7		A	27,		A	20,
	4	6					6	5		7	9
	A	17		A6	9,5		A	16,			
	5	4					7	9			
	A	15		A7	35,3						
	6	4									
	A	18									
	7	9									
S	T	J	S	T	J	S	T	J	S	T	J
A	A	25,	A	A2	8,6	A	A	47,	A	A	189
3	2	1	6			2	7	5	7		
	A	19,		A7	42,2						
	6	8									
	A	26,									
	7	1									

Sumber :Data yang Diolah

Keterangan :

S = Start (mulai perjalanan)

T = Tujuan

J = Jarak antar masing-masing lokasi

Rute Malang: A- A1- A4- A5- A3- A6- A2- A7- A

: 144+ 11,4 + 6,1 + 25,1 + 13,2 + 14,9 + 42,2 + 189

: 433,70

- Kota Madiun

Tabel 4 Hasil Perhitungan *Nearest Neighbour* untuk kota Malang

S	T	J	S	T	J	S	T	J	S	T	J
A	B	16	B	B	22,	B	B	29,	B	B2	25,
	1	5	5	1	1	1	2	3	4		1
	B	17		B	37,		B	20,		B3	16,
	2	9		2	9		3	2			1
	B	17		B	28,		B	17,		B6	25,
	3	0		3	9		4	5			9
	B	15		B	23,		B	30,		B7	25,
	4	8		4	5		6	5			2
	B	14		B	39,		B	29,			
	5	7		6	4		7	8			

B	18	B	38,								
6	6	7	9								
B	17										
7	9										
S	T	J	S	T	J	S	T	J	S	T	J
B	B	8,	B	B	13,	B	B6	18,	B	A	18
3	2	9	2	6	9	7		5	6		6
B	13,		B	9,9							
6	0		7								
B	11,										
7	1										

Sumber :Data yang Diolah

Keterangan :

S = Start (mulai perjalanan)

T = Tujuan

J = Jarak antar masing-masing lokasi

Rute Madiun : A –B5– B1–B4–B3–B2–B7–B6- A

: 147 + 22,1 + 17,5 + 16,1 + 8,9 + 9,9 + 18,5 + 186

: 426 km

- Kota Blitar

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Nearest Neighbour* untuk kota Blitar

S	T	J	S	T	J	S	T	J	S	T	J
A	C	17	C	C	67,	C	C	37,	C	C	49,
	1	3	7	1	9	6	1	4	3	1	2
	C	20		C	37,		C	12,		C	18,
	2	2		2	3		2	8		2	5
	C	16		C	21,		C	12,		C	22,
	3	5		3	9		3	3		4	8
	C	19		C	43,		C	30,		C	13,
	4	1		4	5		4	3		5	2
	C	17		C	31,		C	14,			
	5	5		5	8		5	2			
	C	15		C	19,						
	6	6		6	8						
	C	14									
	7	9									
S	T	J	S	T	J	S	T	J	S	T	J
C	C	37,	C	C	38,	C	C	43,	C	A	173
5	1	7	2	1	8	4	1	1	1		
	C	7,1		C	12,						
	2			4	6						
	C	17,									
	4	7									

Sumber :Data yang Diolah

Keterangan :

S = Start (mulai perjalanan)

T = Tujuan

J = Jarak antar masing-masing lokasi

Rute Blitar: A –C7–C6– C3– C5– C2 –C4 – C1– A

: $149 + 19,8 + 12,3 + 13,2 + 7,1 + 12,6 + 43,1 + 173$

: 430,10 km

- Kota Pasuruan

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Nearest Neighbour* untuk kota Pasuruan

S	T	J	S	T	J	S	T	J	S	T	J
A	D	12	D	D	5,5	D	D	19,	D	D	17,
	1	3	5	1		1	2	3	6	2	4
	D	11		D	20,		D	7,3		D	9,1
	2	9		2	5		3			3	
	D	12		D	12,		D	20,		D	22,
	3	1		3	9		4	0		4	2
	D	13		D	22,		D	6,8		D	16,
	4	5		4	0		6			7	9
	D	97,		D	9,7		D	17,			
	5	5		6			7	3			
	D	11		D	20,						
	6	5		7	2						
	D	10									
	7	8									
S	T	J	S	T	J	S	T	J	S	T	J
D	D	24,	D	D	38,	D	D	38,	D	A	11
3	2	3	4	2	5	7	2	5	2		9
	D	15,		D	21,						
	4	8		7	0						
	D	24,									
	7	0									

Sumber :Data yang Diolah

Keterangan :

S = Start (mulai perjalanan)

T = Tujuan

J = Jarak antar masing-masing lokasi

Rute Pasuruan: A –D5– D1–D6–D3–D4– D7–D2– A

: $97,5 + 5,5 + 6,8 + 9,1 + 15,8 + 21 + 12,7 + 119$

: 287,40 km

- Kota Mojokerto

Tabel 7 Hasil Perhitungan *Nearest Neighbour* untuk kota Mojokerto

S	T	J	S	T	J	S	T	J	S	T	J
A	E	59,	E	E	17,	E	E	9,1	E	E	30,
	1	8	5	1	3	1	2		2	3	5
	E	86,		E	19,		E	30,		E	12,

2	2	2	6	3	3	4	2
E	97,	E	39,	E	12,	E	22,
3	5	3	2	4	0	6	2
E	81,	E	20,	E	22,		
4	1	4	6	6	0		
E	51,	E	30,				
5	7	6	5				
E	77,						
6	1						

S	T	J	S	T	J	S	T	J
E	E	20,	E	E	10,	E	A	97,
4	3	5	6	3	4	3		5
	E	12,						
	6	0						

Sumber :Data yang Diolah

Keterangan :

S = Start (mulai perjalanan)

T = Tujuan

J = Jarak antar masing-masing lokasi

Rute Mojokerto: A – E5– E1 –E2 – E4 –E6 – E3– A.

: 51,7 + 17,3 + 9,1 + 12,2 + 12 + 10,4 + 97,5

: 210,20 km

Total Biaya Transportasi Keseluruhan :

= Total jarak tempuh keseluruhan (kota Malang + kota Madiun + kota Blitar + kota Pasuruan + kota Mojokerto)

= Rp. 528.818,45,- + Rp. 477.981,- + Rp. 527.491,85,- + Rp. 474.906,9,- +Rp. 398.458,7,-

= Rp. 2. 407.656,9,-

Total biaya Transportasi keseluruhan selama 1 bulan :

= Total jarak tempuh keseluruhan (kota Malang + kota Madiun + kota Blitar + kota Pasuruan + kota Mojokerto) x Banyaknya perjalanan dalam satu bulan.

=(Rp. 528.818,45,- + Rp. 477.981,- + Rp. 527.491,85,- + Rp. 474.906,9,- +Rp. 398.458,7,-) x 20 kali

= Rp 2.407.656,9,- x 20

= Rp. 48.153.138,- / bulan

Tabel 8. Metode Awal Dengan Metode Usulan

Keterangan	Metode Awal Perusahaan	Metode TSP (<i>Branch and Bound</i>)
1. Jarak (Km)	35.748	34.078
2. Bahan Bakar (Rp)/Bulan	10.837.522	10.635.517

Sumber: Data diolah

Menghitung selisih biaya distribusi untuk rute distribusi Metode Awal Perusahaan dengan metode *Traveling Salesman Problem (Branch and Bound)* :

= Biaya Transportasi Awal Perusahaan – Biaya Transportasi Metode *Traveling Salesman Problem*

= Rp. 48.153.138,-/bulan – Rp 47.537.743,-/bulan

= Rp. 615.395,-/bulan

Menghitung selisih jarak distribusi untuk rute distribusi Metode Awal Perusahaan dengan metode *Traveling Salesman Problem (Branch and Bound)* :

= Total Jarak Awal Perusahaan – Total Jarak Metode *Traveling Salesman Problem*

= 1737,4 km/minggu – 1703,9 km/minggu

= 33,5 km/minggu

= 34.746 km/bulan – 34.078 km/bulan

= 668 km/bulan

Efisiensi penghematan Transportasi

Keterangan :

%Efisiensi = $\frac{\text{Biaya sebelum} - \text{Biaya Sesudah}}{\text{Biaya Sesudah}} \times 100\%$

Biaya Sesudah *TSP*

= $\frac{\text{Rp.48.153.138,-} - \text{Rp.47.537.743,-}}{\text{Rp.47.537.743,-}} \times 100\%$

Rp.47.537.743,-

= 1,29 %

Perbandingan biaya Transportasi untuk kedua metode penyelesaian dari *Traveling Salesman Problem*:

Tabel 9. Perbandingan Metode *Traveling Salesman Problem*

Keterangan	Metode <i>Branch and Bound</i>	Metode <i>Nearest Neighbour</i>
1. Jarak (Km)	34.078	35.748
2. Bahan Bakar (Rp)/Bulan	47.537.743	48.153.138

(Sumber: Data diolah)

Perbandingan Presentase penghematan jarak untuk kedua metode penyelesaian dari *Traveling Salesman Problem*

Tabel 10. Persentase Penghematan Jarak Metode *Traveling Salesman Problem*

Metode <i>Branch and Bound</i>	Metode <i>Nearest Neighbour</i>
4,67 %	0%

(Sumber: Data diolah)

Keterangan :

%Efisiensi = $\frac{\text{jarak reguler} - \text{jarak BnB}}{\text{jarak reguler}} \times 100\%$

Jarak reguler

= $\frac{35.748 - 34.078}{35.748} \times 100\%$

35.748

$$\begin{aligned}
&= 4,67\% \\
&\text{(untuk metode } \textit{Branch and Bound}) \\
\% \text{Efisiensi} &= \frac{\text{jarak reguler} - N}{N} \times 100\% \\
&= \frac{35.748 - 35.748}{35.748} \times 100\% \\
&= 0\% \\
&\text{(untuk metode } \textit{Nearest Neighbour})
\end{aligned}$$

Dari tabel diatas Total jarak tempuh untuk metode *Branch and Bound* yaitu 34.112 km dengan efisiensi jarak 4,67 % dan biaya transportasi yang di keluarkan sebesar Rp. 47.537.743,-/bulan. Sedangkan untuk metode *Nearest Neighbour* Total jarak yang di tempuh sebesar 35.748 km dengan efisiensi jarak sebesar 0% dan biaya bahan bakar yang di keluarkan sebesar Rp 48.153.138,-/bulan. Dengan demikian dapat di simpulkan bahwa metode *Branch and Bound* lebih baik dari metode *Nearest Neighbour* karena menghasilkan nilai efisiensi jarak yang lebih tinggi yaitu sebesar 4,67% dan biaya bahan bakar yang lebih minimum.

Karena di dapat penghematan rute jarak tempuh maupun biaya transportasi setelah melakukan penerapan metode *Traveling Salesman Problem (Branch and Bound)* maka di dapat usulan kebijakan pengiriman pupuk. Perusahaan dapat menggunakan jalur distribusi dari *Traveling Salesman Problem (Branch and Bound)* . Dengan rute yaitu pada kota Malang : A – A3 – A5 – A7 – A4 – A2 – A6 – A2 – A, Kota Madiun : A – B4 – B6 – B2 – B7 – B3 – B1 – B5 – A, Kota Blitar : A – C7 – C6 – C3 – C5 – C2 – C4 – C1 – A, Kota Pasuruan : A – D5 – D1 – D4 – D3 – D6 – D2 – D7 – A, dan kota Mojokerto : A – E5 – E4 – E6 – E3 – E2 – E1 – A. dengan total jarak yang diperoleh yaitu 1703,9 km/minggu dan 34.078km/bulan. Dengan biaya transportasi yang dikeluarkan sebesar Rp. 47.537.743,-/bulan.

Pembahasan

Menghitung selisih biaya distribusi untuk rute distribusi Metode Awal Perusahaan dengan metode *Traveling Salesman Problem (Branch and Bound)* :

= Biaya Transportasi Awal Perusahaan – Biaya Transportasi Metode *Traveling Salesman Problem*

= Rp. 48.153.138,-/bulan – Rp 47.537.743,-/bulan

= Rp. 615.395,-/bulan

Menghitung selisih jarak distribusi untuk rute distribusi Metode Awal Perusahaan dengan metode *Traveling Salesman Problem (Branch and Bound)* :

= Total Jarak Awal Perusahaan – Total Jarak Metode *Traveling Salesman Problem*

= 1737,4 km/minggu – 1703,9 km/minggu

= 33,5 km/minggu

= 34.746 km/bulan – 34.078 km/bulan

= 668 km/bulan

Efisiensi penghematan Transportasi

Keterangan :

%Efisiensi = $\frac{\text{Biaya sebelum} - \text{Biaya Sesudah}}{\text{Biaya Sesudah}} \times 100\%$

Biaya Sesudah TSP

$$= \frac{\text{Rp.48.153.138,-} - \text{Rp.47.537.743,-}}{\text{Rp.47.537.743,-}} \times 100\%$$

$$= 1,29 \%$$

Perbandingan Presentase penghematan jarak untuk kedua metode penyelesaian dari *Traveling Salesman Problem*

Tabel 11. Persentase Penghematan Jarak Metode *Traveling Salesman Problem*

Metode <i>Branch and Bound</i>	Metode <i>Nearest Neighbour</i>
4,67 %	0%

Sumber: Data diolah

Keterangan :

%Efisiensi = $\frac{\text{jarak reguler} - \text{jarak BnB}}{\text{jarak reguler}} \times 100\%$

$$= \frac{\text{Jarak reguler} - 34.078}{35.748} \times 100\%$$

$$= 4,67\%$$

(untuk metode *Branch and Bound*)

%Efisiensi = $\frac{\text{jarak reguler} - \text{NN}}{\text{jarak reguler}} \times 100\%$

$$= \frac{\text{Jarak regular} - 35.748}{35.748} \times 100\%$$

$$= 0 \%$$

(untuk metode *Nearest Neighbour*)

Dari tabel diatas Total jarak tempuh untuk metode *Branch and Bound* yaitu 34.112 km dengan efisiensi jarak 4,67 % dan biaya transportasi yang di keluarkan sebesar Rp. 47.537.743,-/bulan. Sedangkan untuk metode *Nearest Neighbour* Total jarak yang di tempuh sebesar 35.748 km dengan efisiensi jarak sebesar 0% dan biaya bahan bakar yang di keluarkan sebesar Rp 48.153.138,-/bulan. Dengan demikian dapat di simpulkan bahwa metode *Branch and Bound* lebih baik dari metode *Nearest Neighbour* karena menghasilkan nilai efisiensi jarak yang lebih tinggi yaitu sebesar 4,67% dan biaya bahan bakar yang lebih minimum.

Karena di dapat penghematan rute jarak tempuh maupun biaya transportasi setelah melakukan penerapan metode *Traveling Salesman Problem (Branch and Bound)* maka di dapat usulan kebijakan pengiriman pupuk. Perusahaan dapat menggunakan jalur distribusi dari *Traveling Salesman Problem (Branch and Bound)* . Dengan rute yaitu pada kota Malang : A –A3–A5–A7–A4–A2–A6–A2– A, Kota Madiun : A – B4– B6 – B2 – B7 – B3–B1– B5–A, Kota Blitar : A – C7 – C6 – C3 – C5 – C2 – C4 – C1 – A, Kota Pasuruan : A –D5 – D1 – D4 – D3 – D6 – D2 – D7 – A, dan kota Mojokerto : A – E5 – E4 – E6 – E3 – E2 – E1 - A. dengan total jarak yang diperoleh yaitu 1703,9 km/minggu

dan 34.078km/bulan. Dengan biaya transportasi yang dikeluarkan sebesar Rp. 47.537.743,-/bulan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil dan pembahasan bahwa distribusi pupuk dengan menggunakan Metode *Branch And Bound* dengan total jarak yang dilalui perusahaan dapat lebih efisiensi jarak (4,67 %). Sedangkan biaya transportasi yang dikeluarkan dengan metode *Traveling Salesman Problem (Branch and Bound)* lebih baik dari metode awal perusahaan dengan penghematan jarak sebesar 33,5 km /minggu dan 668 km /bulan dan penghematan biaya sebesar Rp. 615.395,-/bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Ied Novan, 2011, "Sistem Transportasi", Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Amin, Aulia, Rahma Dalam Lestari, Aisyah, 2010, "Traveling Salesman Problem", Jurusan Teknik Informatika, ITB, Bandung.
- Ariyani, Enny, 2010, "Penelitian Operasional", Yayasan Humaniora, Klaten
- Bowersox, J. Donald, 2000, "Logistic Management", Macmilan Publishing, New Jearsey, American.
- Eko, 2009, "Ekonomi 1 : Untuk SMA dan MA kelas X, Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.'
- Kotler, Keller, 2007, "Manajemen Pemasaran Dan Pendistribusian, Chicago, American.
- Kotler, Philip, 2002, "The World Book Principal Of Marketing Manajemen" Chicago, American.
- Kotler, Armstrong, 2001, "Prinsip –Prinsip Pemasaran", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Munir, Rinaldi, 2006, "Matematika Diskrit Edisi 3", Penerbit Informatika, ITB, Bandung.
- Santosa, Budi, Paul Willy, 2011, "Metode Metaheuristik", Penerbit Guna Widya, Surabaya.
- Sinaga, Tuti Sarma, 2008, "Perencanaan Distribusi BBM Dengan Traveling Salesman Problem, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara.
- Shultz, J, William, Yang Dikutip Buchari Alma 2007, "Marketing Is The Proses", Alfabeta, Bandung.
- Purwanto, Heri, Gina Indriani, Erlina Dayanti, "Matematika Diskrit", PT Ercontara Rajawali, Jakarta.
- Tjiptono, 2008, "Strategik Pemasaran", Penerbit Andi, Jakarta.
- Wisnubadhra Dalam Utomo, 2004, "Minimasi Biaya Distribusi Tempe Dengan Menggunakan Metode Multiple Traveling Salesman Problem", Alumni Jurusan Teknik Industri Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Widjaja, Tunggal, Amin, 2008, "Dasar – Dasar Manajemen Logistik dan Supply Chain Manajemen", Jakarta.

<http://www.perpustakaanancyber.blogspot.com.html>

<http://elfiraworotitjan.wordpress.com/2010/11/definisi-biaya-distribusi.html>